

SPECIFICATION DES GENERATEURS DE FONCTION

LIES AU VARIAN 620/i

G. Daems

1. INTRODUCTION

- 1.1. Introduction
- 1.2. Utilisation des bits dans un vecteur

2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU TERMINAL

- 2.1. Description du fonctionnement sans les options des bits STATUS et les commandes extérieures
- 2.2. Description des différentes options possibles

2.2.1. Les bits STATUS

- i) Bipolaire / unipolaire
- ii) Localement interdit
- iii) BRM 100 KHz / 1 MHz
- iv) TIME BASE B / interne
- v) Base de temps externe
- vi) Détermination de la correspondance unité de temps → gauss

2.2.2. Les commandes extérieures

- i) L'utilisation des signaux START-STOP
- ii) L'utilisation des commandes Arrêt Vecteur / Départ Vecteur

3. DERIVEE D'UNE FONCTION

ANNEXE 1 : Spécifications des générateurs de fonction

ANNEXE 2 : Liste des rapports et notes parus au sujet des générateurs de fonction liés au Varian 620/i

ANNEXE 3 : Distribution des 48 générateurs de fonction

1. INTRODUCTION

Dans l'ensemble du système des générateurs de fonction liés au Varian 620/i, il arrive très souvent que les possibilités, les restrictions et les caractéristiques techniques des générateurs de fonction sont assez mal connues.

La présente note essaie de décrire les performances des générateurs de fonction du point de vue utilisation et se borne uniquement au terminal lui-même. Les possibilités de modification par la console, qui sont des facilités software, sont décrites dans une note "Guide de l'utilisateur de générateur de fonction pour VARIAN", écrit par G. Jennings, traduit par E. Brouzet (MPS/CO Note 73-4).

Par ailleurs, en annexe, vous trouverez un résumé des rapports et notes parus au sujet des générateurs de fonction, susceptibles d'intéresser l'utilisateur.

1.1. Introduction

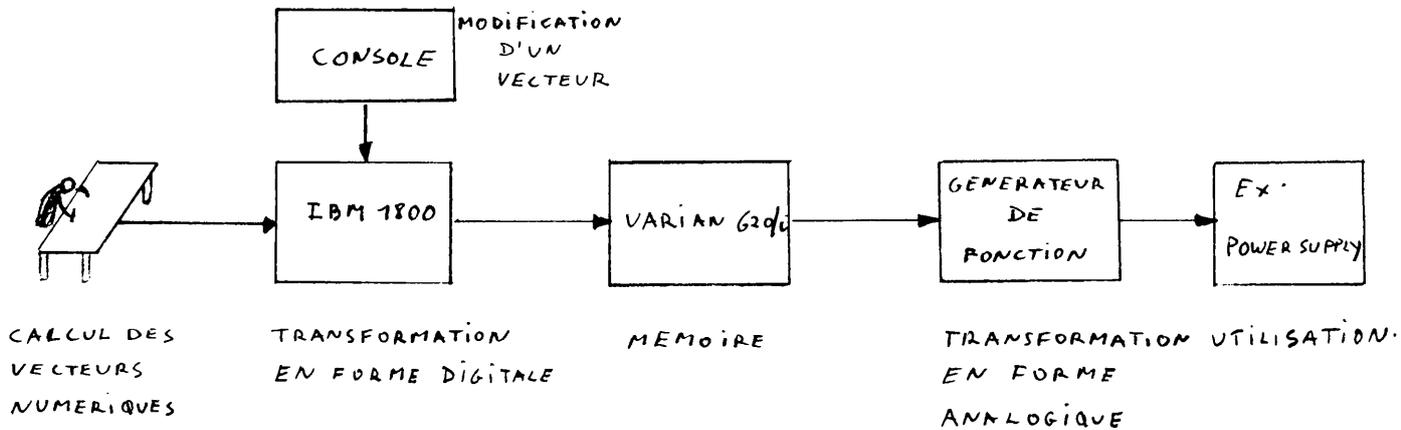
Le principe de générer une fonction est basé sur la décomposition de la fonction en une suite de vecteurs (Fig. 1).

Un vecteur étant une fonction du premier degré, le nombre de vecteurs nécessaires pour créer une fonction est variable et dépendra essentiellement de l'erreur que l'on tolère entre la courbe théorique et la courbe générée.

Chaque vecteur est caractérisé par son amplitude de départ (= Module), sa durée, sa pente et le signe de la pente (Fig. 2). Ces données une fois définies numériquement seront transformées en forme digitale dans l'IBM 1800.

L'information relative au vecteur ainsi obtenue est mise en mémoire dans un autre ordinateur (le Varian 620/i) sous forme de deux mots de 16 bits. Les vecteurs d'une même fonction sont groupés et peuvent être sortis séquentiellement sur demande.

Le rôle du générateur de fonction ou du terminal est alors réduit à transformer l'information digitale du computer à une information analogique directement utilisable pour une transmission vers l'utilisateur (Fig. 3).



1.2. Utilisation des bits dans un vecteur (32 bits)

BIT	1 ^e Mot	2 ^e Mot
MSB 15	2 ¹¹	2 ⁴ } Suite 2 ³ } durée 2 ² 2 ¹ 2 ⁰
14	2 ¹⁰	
13	2 ⁹	
12	2 ⁸	
11	2 ⁷	
10	2 ⁶	2 ⁹ } 2 ⁸ 2 ⁷ 2 ⁶ 2 ⁵
9	2 ⁵ Module de départ	
8	2 ⁴	
7	2 ³	
6	2 ²	
5	2 ¹ Ou localement interdit*)	2 ⁴ } 2 ³ } Pente 2 ²
4	2 ⁰ Ou signe module**) (0=pos)	
3	Decision 0=1msec, 1=10msec	
2	2 ⁷	2 ¹ } 2 ⁰ }
1	2 ⁶ Durée	
LSB 0	2 ⁵	Signe pente 0 = pos. 1 = neg

*) Si status bit 4 = 1 logique le bit 2¹ est toujours = 0.
L'information est alors utilisée dans le software pour indiquer que ce vecteur ne peut pas être modifié (si 2¹ = 1)

**) Si status bit 1 = 1 logique (= D/A convertisseur bipolaire) le bit 2⁰ n'est pas utilisé comme LSB du DAC, mais il indique la polarité du module inscrit dans le DAC.

2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU TERMINAL (Fig. 4)

2.1. Description du fonctionnement sans les options des bit status et les commandes extérieures

A partir du moment où le Varian 620/i reçoit une impulsion de timing START PS ou START PSB, un vecteur de 32 bits est envoyé à chaque terminal lié au PS ou au PSB. Le vecteur est inscrit dans une mémoire tampon dans le terminal et est transféré dans la mémoire active au moment où le terminal reçoit une impulsion de timing START (cette impulsion est individuelle). Au moment du transfert mémoire tampon → mémoire active un interrupt est envoyé au Varian 620/i, demandant un nouveau vecteur. Le vecteur doit être servi, en principe, dans la milliseconde qui suit.

La mémoire active est composée de 5 parties bien différentes en ce qui concerne leur fonction :

- a) 12 bits du vecteur de 32 bits sont inscrits dans un compteur croît/décroit, qui, lié au convertisseur D/A, donne toute de suite l'amplitude ou module de départ du vecteur.
- b) 10 bits sont utilisés comme mot de commande pour positionner un BRM ou "Binary Rate Multiplier", donnant le clock du compteur amplitude.

Le BRM divise le clock de base de 10,24 MHz, permettant de croître ou décroître l'amplitude de départ plus ou moins rapidement, donnant ainsi la pente du vecteur.

- c) Un bit de signe détermine la position croît et décroît du compteur amplitude pour obtenir des pentes positives ou négatives.
- d) 8 bits de durée sont inscrits dans un compteur décroît pour déterminer le nombre des unités de temps que dure le vecteur (max. 255 unités de temps).
- e) 1 bit définit l'unité de temps (bit de décision). Normalement elle est de 1 msec, mais 10 µsec est possible dans certains cas. (Résolution en temps). (Ce bit peut être changé d'un vecteur à l'autre).

Aussitôt ces 32 bits inscrits dans la mémoire active, le CLOCK TEMPS décompte le compteur TEMPS et le clock du BRM fait croître ou décroître la pente.

Le vecteur se termine avec l'impulsion du clock temps venant juste après la détection de la position 1 du compteur temps. A ce moment un nouveau transfert mémoire tampon → mémoire active a lieu et un nouveau interrupt est envoyé au VARIAN 620/i demandant le prochain vecteur etc.

Une détection de zéro du compteur temps arrête le générateur de fonction jusqu'au prochain START.

2.2. Description des différentes options possibles

2.2.1. Les bits STATUS

Chaque générateur de fonction a la possibilité de recevoir 4 bits STATUS soit par câblage d'un connecteur, comme c'est le cas pour les GF du MCR, soit par un mot du computer (VARIAN 620/i) comme c'est le cas pour les GF dans le BCR.

Ces bits peuvent être changés uniquement d'un cycle à l'autre et généralement les changements sont assez rares une fois qu'une fonction est bien définie.

Les 4 bits STATUS définissent les modes de fonctionnement des GF comme suit :

- GF "unipolaire ou bipolaire"
- des vecteurs "localement interdit"
- le BRM = 100 kHz ou 1 MHz
- la base de temps est interne ou externe (impulsion B)

Il est possible de laisser l'entrée des STATUS en l'air : le fonctionnement du GF est à ce moment :

- GF unipolaire
- il n'y a pas de vecteurs "localement interdit"
- le BRM = 1MHz
- la base de temps est interne (= 1 msec ou 10 µsec)

i) Bipolaire ou unipolaire (Bit = "1" ou "0")

Par ce bit status le bit peut être unipolaire (= tension de sortie entre 0V et max + 4.095 V) au bipolaire (= tension de sortie entre - 4.095 V et + 4.095 V). Dans les deux cas les variations de tension vont par pas de 1 mV (voir Fig. 2) au rythme imposé par le BRM.

Dans le cas unipolaire le module de départ ou l'amplitude de départ du vecteur (venant du VARIAN 620/i) est défini à 1 mV près, correspondant au LSB du convertisseur D/A de sortie. Par contre si le GF est bipolaire l'amplitude de départ du vecteur ne peut être définie qu'à 2 mV près : le LSB bit de 1 mV définissant la polarité de l'amplitude de départ !

ii) Localement interdit (Bit = "1")

Le bit localement interdit est une information utilisée par le software pour indiquer que dans cette fonction il puisse y avoir des vecteurs qui sont interdits de modifier par la console de modifications. Les vecteurs qui sont interdits de modifier ont le bit 2^1 (= 2 mV) du module de départ à 1.

Il y a donc lieu, dans le cas que le bit "localement interdit" est à 1, de ne pas utiliser le bit 2^1 du module de départ. En effet, ce bit n'a plus aucun sens pour le hardware, mais est utilisé uniquement au niveau du software.

iii) BRM 100 kHz / 1 MHz (Bit = "1" ou "0")

Le BRM ou "binary rate multiplier" est un diviseur d'un train d'impulsions. L'équation qui décrit le fonctionnement d'un BRM est le suivant :

$$f_{\text{out}} = f_{\text{in}} \frac{A.2^0 + B.2^1 + C.2^2 + D.2^3 + E.2^4 + F.2^5 + G.2^6 + H.2^7 + J.2^8 + K.2^9}{1024}$$

dans laquelle A,B,C,D ... K sont les bits de commande venant de l'ordinateur.

$$\text{Si } A,B,C \dots J, K = 1 \rightarrow f_{\text{out}} = f_{\text{in}} \frac{1023}{1024}, \text{ donc } f_{\text{out}} \simeq f_{\text{in}}$$

$$\text{Si } K=1 \text{ et } A,B,C \dots J = 0 \rightarrow f_{\text{out}} = f_{\text{in}} \frac{2^9}{1024} = \frac{512}{1024},$$

$$\text{donc } f_{\text{out}} = \frac{f_{\text{in}}}{2}$$

$$\text{Si } A=1 \text{ et } B,C \dots J, K = 0 \rightarrow f_{\text{out}} = f_{\text{in}} \frac{2^0}{1024} = \frac{f_{\text{in}}}{1024}$$

Le clock d'entrée du BRM $f_{in} = 1,024 \text{ MHz} \rightarrow 1024$ impulsions sont égales à 1 msec.

Le BRM peut donc sortir par période de 1 msec, maximum (A,B ...J, K = 1):

$$f_{out}/\text{msec} = \frac{1.024.000}{1000} \cdot \frac{1023}{1024} = 1023 \text{ impulsions}$$

minimum (A = 1):

$$f_{out}/\text{msec} = \frac{1.024.000}{1000} \cdot \frac{1}{1024} = 1 \text{ impulsion}$$

La Fig. 4 montre que la sortie du BRM peut être branchée directement comme le clock du compteur MODULE. Chaque impulsion du clock fait croître ou décroître la sortie du D.A.C. de 1 mV. Les pentes maximum et minimum qui peuvent être obtenues sont donc avec le bit STATUS en l'air ou "0" logique :

Pente max. : 1023 mV/msec

Pente min. : 1 mV/msec

Pour des pentes très faibles il peut y avoir des problèmes pour les réaliser. En effet, sur 100 msec le pente minimum est de 0,1 Volt.

Pour cela il est possible, en mettant le bit STATUS à "1" logique, de diviser la sortie du BRM par 10 avant qu'il entre dans le compteur "module". Ainsi toutes les pentes sont dix fois plus petites, également la pente max.

En résumé :

Bit status	Pente max.	Pente min.
"0" ou en l'air	1023 mV/msec	1 mV/msec
"1"	102,3 mV/msec	0,1 mV/msec (en réalité 1 mV/10 msec)

iv) Time base B ou interne (bit = "1" ou "0")

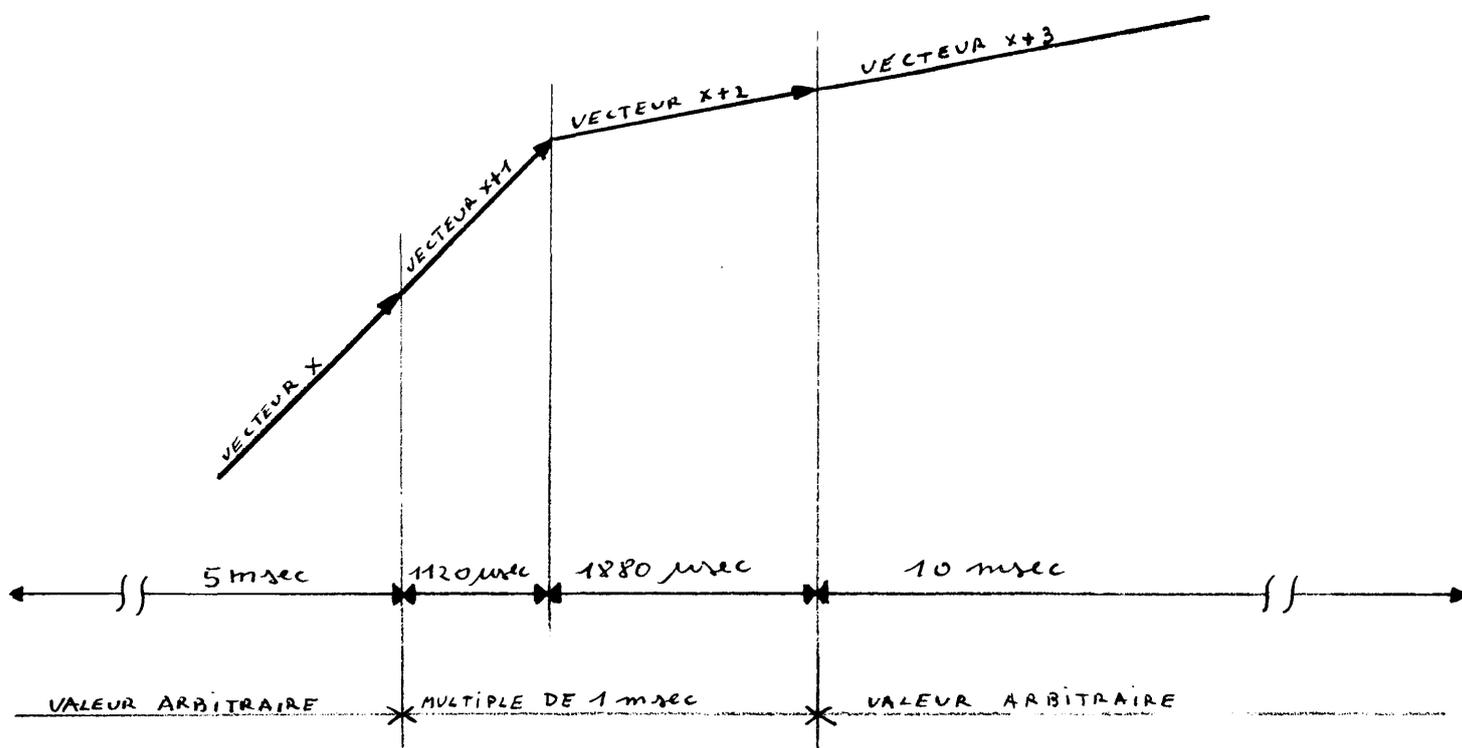
a) Base de temps interne

La base de temps interne standard utilisée dans les GF est un clock de 1 kHz. Sa fréquence est un compromis entre la résolution en temps des vecteurs et le temps de réponse du VARIAN 620/i sur un interrupt. En effet, on attend du VARIAN 620/i qu'il sort un vecteur dans la milliseconde qui suit la demande faite par interrupt. Le temps des vecteurs est donc arrondi au msec près.

Pour obtenir des résolutions plus fines une possibilité est offerte à l'utilisateur d'utiliser une base de temps de 102,4 kHz ou des unités de temps de ≈ 10 μ sec. Le choix est fait dans chaque vecteur par le bit de décision.

Toutefois il y a des restrictions :

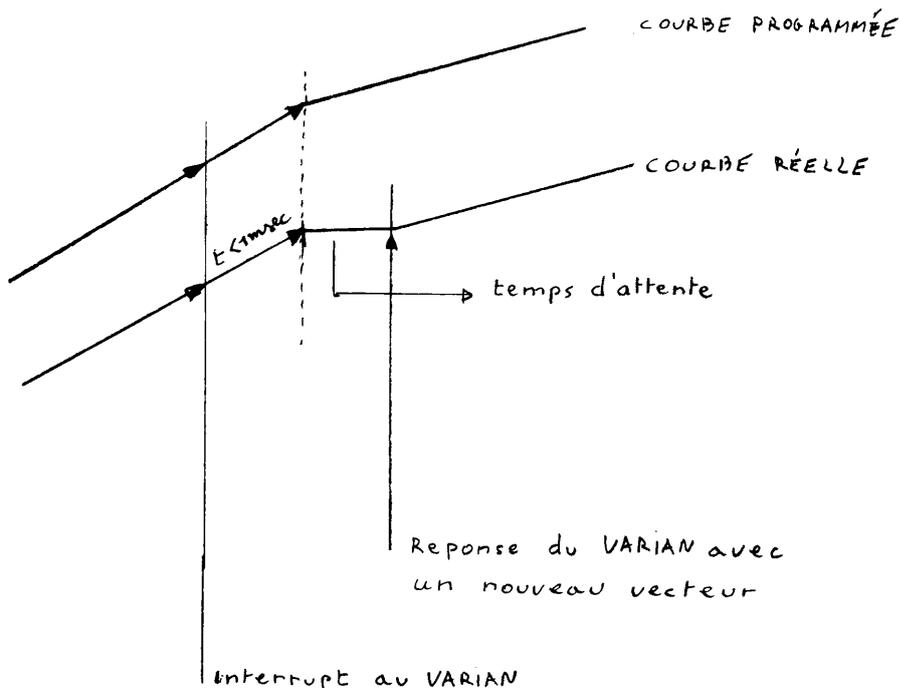
- le vecteur doit avoir un temps > 1 msec
- obligatoirement le vecteur qui suit un vecteur défini en base de temps 10 μ sec doit être également défini en 10 μ sec
- la somme des temps du premier vecteur en base de temps de 10 μ sec et du second vecteur en base de temps de 10 μ sec doit être un multiple de 1 msec



EXEMPLE

Le premier vecteur en 10 μ sec doit être plus grand que 1 msec (le maximum est $255 \times 10 \mu\text{sec} = 2550 \mu\text{sec}$) ainsi que le second. Sinon le vecteur risque d'être terminé avant que le vecteur suivant aie été memorisé dans la mémoire tampon (la réponse à un interrupt étant max. 1 msec).

Le dessin montre un exemple d'erreur d'un vecteur qui s'est terminé trop tôt.



Remarque : il est pratiquement pas possible de réaliser une fonction avec des vecteurs dont la base de temps est de 10 μ sec. Le nombre maximum de vecteurs permis pour une fonction est 43. La durée maximale de la fonction serait alors $43 \times 2550 \mu\text{sec} = \sim 107 \text{ msec}$.

b) Base de temps externe (généralement un train B)

La base de temps interne permet de réaliser des vecteurs de la forme $v(t) = X.t$.

Un train B permet de réaliser des vecteurs de la forme $v(B) = X.B$.

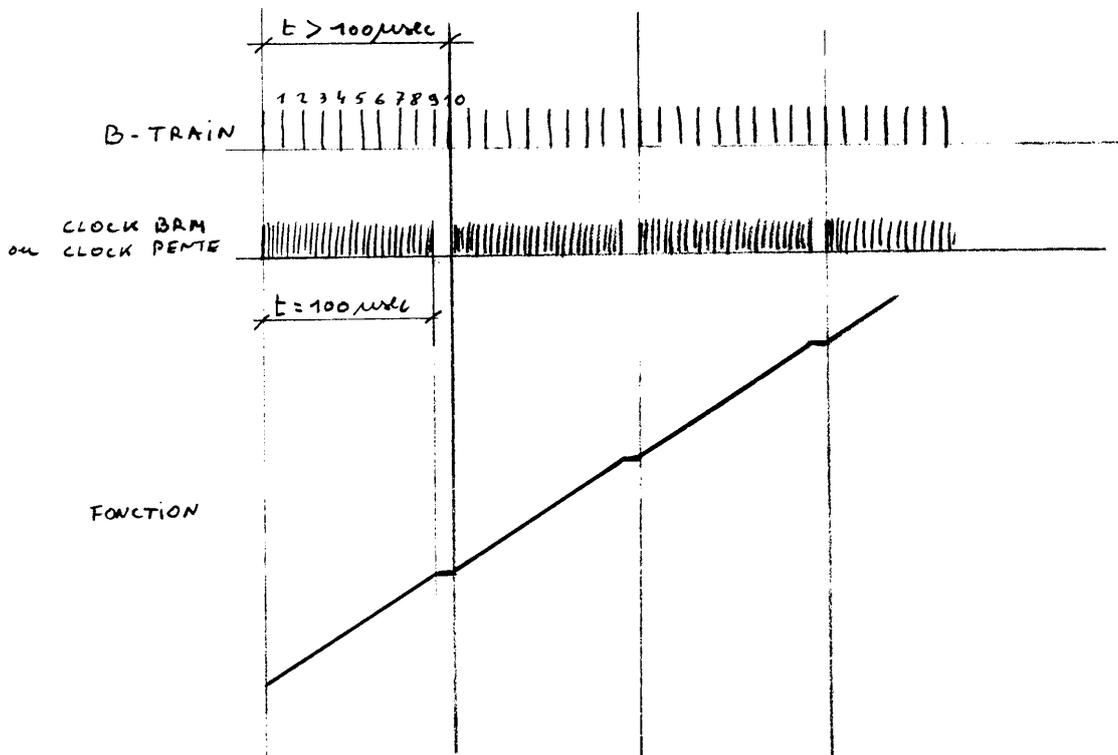
Les vecteurs suivent donc automatiquement les pentes du champ magnétique d'où sont dérivées les impulsions B.

Une restriction dans l'utilisation du train externe : la fréquence du train doit s'approcher du 100 kHz sans toutefois qu'il l'atteigne.

La base du temps est constituée par les impulsions du train externe (B) sur la position 10 μ sec du bit de décision et par les impulsions du train externe divisées par 100 sur la position 1 msec.

La pente posait un problème du fait que la fréquence d'entrée du BRM est 1,024 MHz (en réalité 10,24 MHz et divisé par 10 après le BRM). Un pseudo-synchronisation est alors réalisé en utilisant le clock interne de 10,24 MHz et en synchronisant la pente toutes les 10 impulsions du train externe (ou B).

La structure de la pente obtenue est la suivante :



Entre deux impulsions B/10 la pente peut monter ou descendre de max. 1024 impulsions ou 1024 mV (selon la position du BRM).

Après 1024 impulsions (clock 10,24 MHz) (=100µsec) on attend la prochaine impulsion B/10 pour redemander un nouveau paquet d'impulsions pente pendant 100 µsec. Le temps d'attente entre deux paquets est d'autant plus petit que la fréquence du train B s'approche de 100 kHz.

v) Détermination de la correspondance unité de temps gauss

Si la base de temps est positionnée en B (par le STATUS BIT) on cherche à savoir quelle est la correspondance entre une unité de temps du compteur TEMPS et l'unité du train utilisé.

Les trains qui peuvent être utilisés en ce moment sont : le train B booster donnant une impulsion tous les 0,1 gauss et le train B-PS spécial donnant une impulsion tous les 0,3 gauss.

Bit Décision	Train B Booster	Train B PS-Spécial
0(= 1 msec)	10 gauss	30 gauss
1(=10 sec)	0,1 gauss	0,3 gauss

Table de correspondance des unités de temps pour l'utilisation des train B selon la position du bit de décision.

Ainsi, dans le cas normal (BIT DECISION = 0), chaque unité correspond à 10 gauss ou 30 gauss (dans le cas qu'on aurait utilisé le clock à temps réel chaque unité de temps serait = 1 msec).

2.2.2. Les commandes extérieures

Chaque générateur de fonction possède 4 entrées de commandes extérieures qui sont : START - STOP - ARRET VECTEUR (AV) - DEPART VECTEUR (DV).

i) L'utilisation des signaux START-STOP

Ceci est très intéressant si on veut lier une fonction à des commandes extérieures. L'entrée STOP arrête complètement la fonction pendant que ce dernier garde sa valeur où il se trouve au moment du STOP. Le START après fait redémarrer la fonction avec le vecteur suivant (inclus son amplitude). (Ce START peut suivre immédiatement le STOP ou après un délai quelconque).

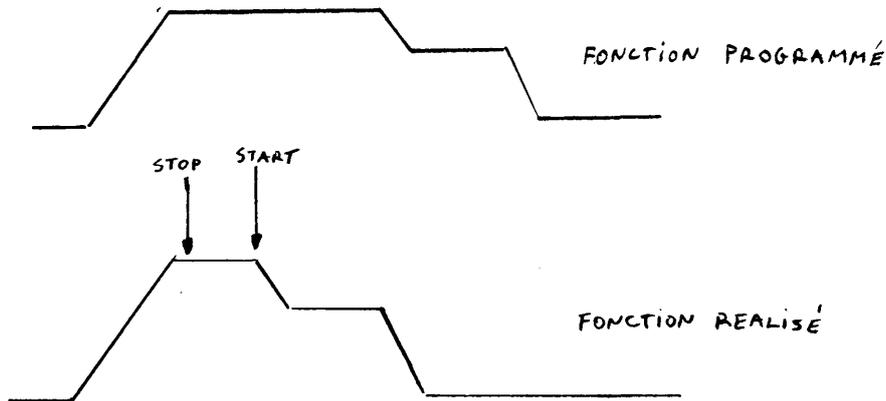
Ceci permet de réaliser des longueurs de vecteur qui ne sont à priori pas connu par le programmation, mais qui dépende des facteurs extérieurs même variables.

Deux cas peuvent se présenter :

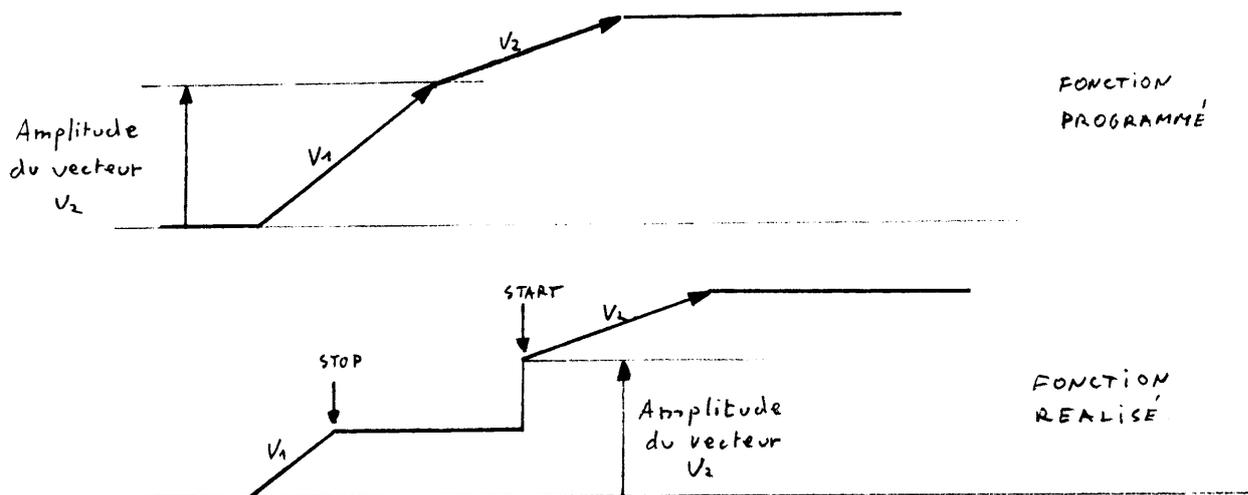
- a) Le STOP arrive pendant un palier de la fonction. Dans ce cas, le palier peut être raccourci (le START arrive avant la fin normale du palier en cours), ou rallongé (le START arrive plus tard que la fin normale du palier en cours).

Fonction programmé

Fonction réalisé



- b) Le STOP arrive pendant un vecteur de pente non nulle. Dans ce cas, on crée un palier entre le STOP et le START et un discontinuité du moment du START.

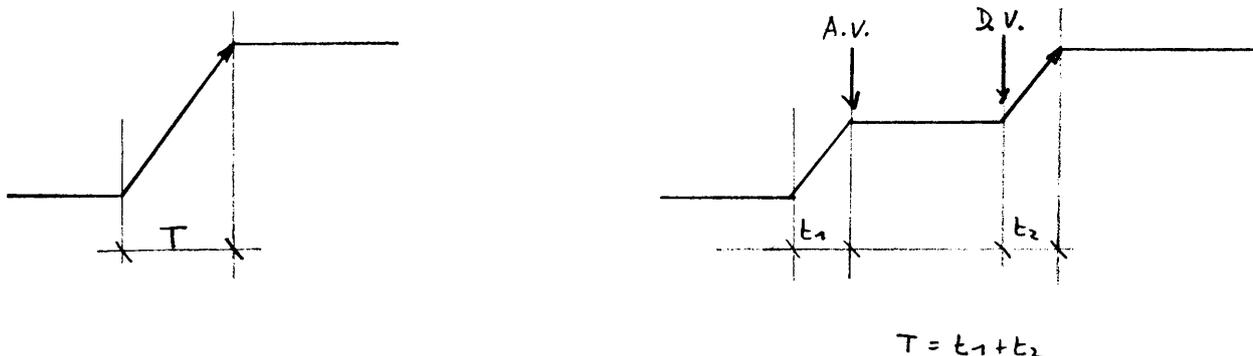


ii) L'utilisation des commandes Arrêt Vecteur - Départ Vecteur

Par l'entrée Arrêt Vecteur (AV) il est possible de stopper un vecteur en cours, de créer un palier à partir de cet instant et de redémarrer le même vecteur par l'envoi d'une impulsion "Départ Vecteur" (DV). Dans ce cas il est évident que, quelle que soit la pente du vecteur ainsi interrompu on ne crée jamais de discontinuité au redémarrage.

Fonction programmé

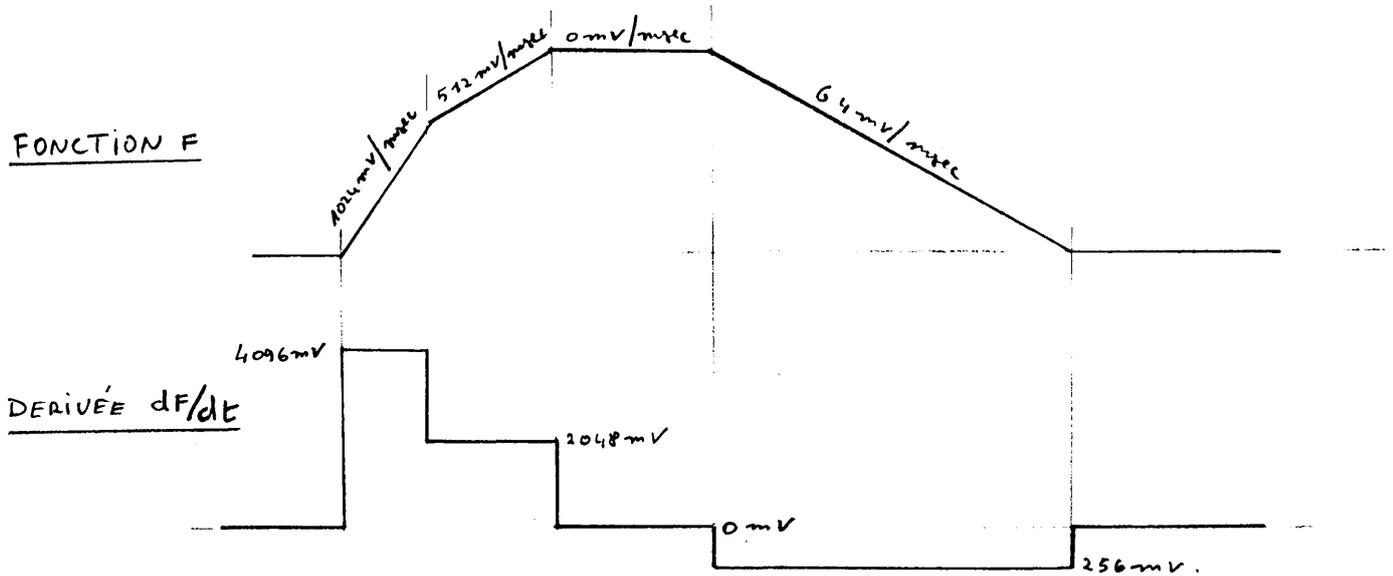
Fonction réalisé



3. DERIVÉE D'UNE FONCTION (Fig. 5)

Sur demande du groupe SR (pour l'utilisation des Tekelec) nous avons construit un chassis (MPS 7852) qui donne le dérivé d'une fonction sous forme d'une tension analogique. Chaque fois qu'il y a un transfert d'un nouveau vecteur du mémoire-tampon dans la mémoire active dans le générateur de fonction, les bits de commande du BRM sont inscrits dans une mémoire dans le chassis du dérivé. Cette mémoire est directement liée à un convertisseur D/A de 10 bits. Ainsi on obtient à la sortie une tension analogique proportionnelle à la dérivé de la pente du vecteur.

Le dérivé est du forme df/dx où $dx = dt$ si on utilise le clock interne comme base de temps, où $dx = dB$ si on utilise les impulsions B liées du champ.



Distribution

- BR Group
- OP Group
- CCI - Computer Section
- CCI - Electronic Design
- MPS Group Leaders
- G.L. Munday

- J. Gruber
- J. Guillet
- F. Rohner

SPECIFICATION DES GENERATEURS DE FONCTION

LIES AU VARIAN 620/i

1. Signal de sortie : impédance de sortie $< 1\Omega$
charge de l'utilisateur $\geq 1\text{ k}\Omega$
2. Amplitude (12 bits) unipolaire : 0 à +4,095 mV } par pas
bipolaire : -4,095 mV à +4,095 mV } de 1 mV
3. Pente (10 bits) : BRM 1MHz : pente variable entre 0 mV/msec
1024 mV/msec par pas de 1 mV
BRM 100 kHz : pente variable entre 0 mV/msec
et 102 mV/msec par pas de 1 mV
4. Temps (8 bits) : Décision à 1 msec : temps variable entre 0 et
255 msec par pas de 1 msec
Décision à 10 sec: temps variable entre 0 et
2550 μ sec par pas de 10 μ sec
5. Les bits STATUS : Si l'entrée des bits STATUS est en l'air ou à
+ 5V on obtient les positions suivantes :
 - D/A convertisseur : unipolaire
 - pente : 1 MHz
 - pas de vecteurs interdits de toucher
 - clock de la base de temps : interne

Pour obtenir les autres modes (voir rapport 2.2.1.)
il suffit de mettre les entrées correspondantes
à la masse.
6. Les commandes extérieures sont des impulsions standards 25V - 30V/1 μ sec

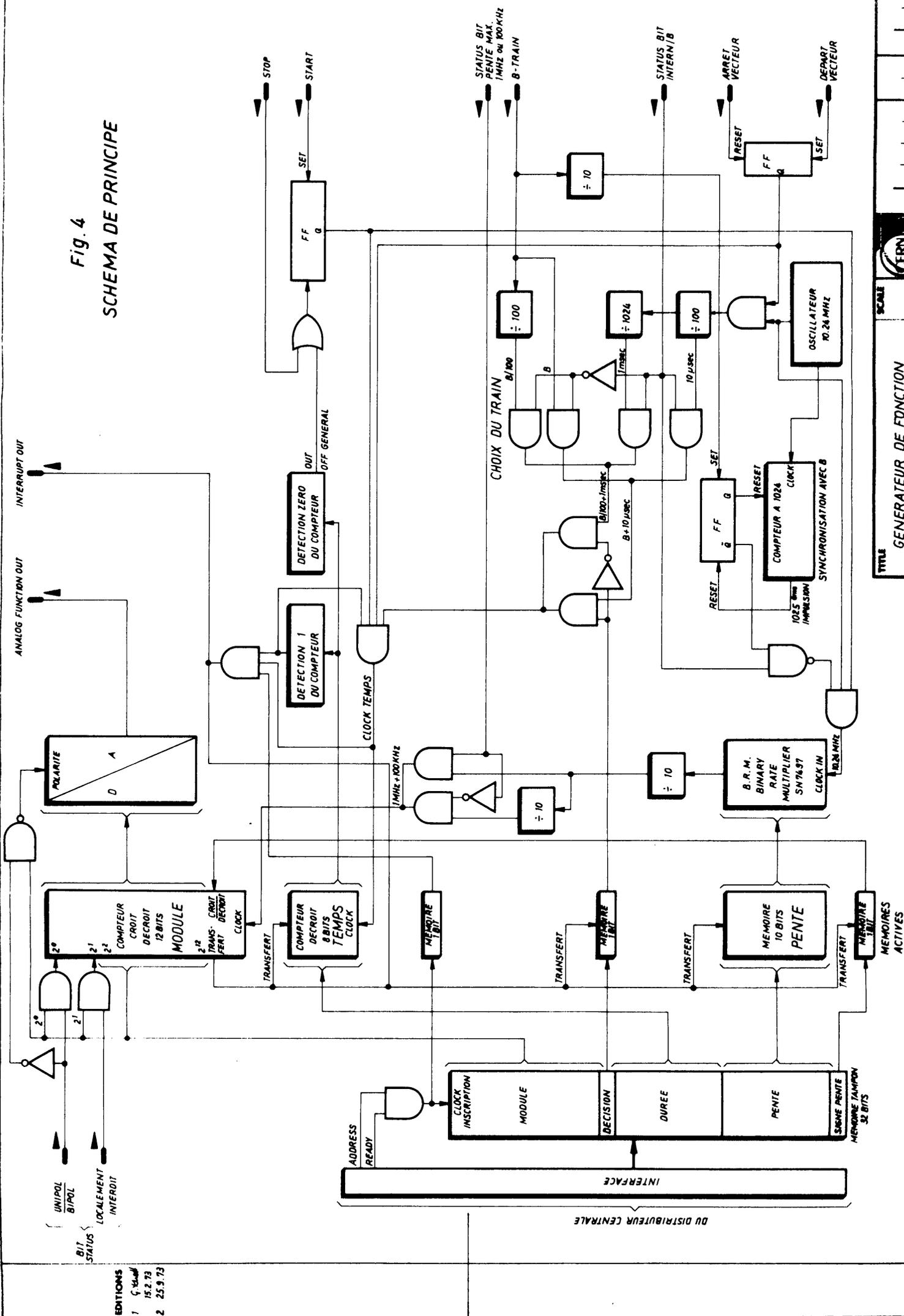
LISTE DES RAPPORTS ET NOTES PARUS AU SUJET
DU GENERATEUR DE FONCTION LIE AU VARIAN 620/i

1. E. Asséo, H. van der Beken, J. Bosser, W. Remmer, Study on on-line fonction generators using a dedicated digital computer, MPS/CO Computer 69-6.
2. J. Bosser, L. Burnod, Création et modification de fonctions générées par ordinateur, MPS/CO 71-2.
3. R. Debordes, Spécifications des commandes, MPS/SI Note CO/70-18.
4. G. Daems, Résumé des changements hardware au projet de générateur de fonction par rapport au projet initial, MPS/CO Electronique 71-7.
5. G. Daems, Analog multiplex system, MPS/CO Electronique 71-8.
6. E. Asséo, J. Bosser, Note concernant les tensions analogiques des générateurs de fonction, MPS-SI/CO Note 70-11.
7. J. Jennings :
 - Note 1 : Debug print-out on the line printer
 - Note 2 : Current function generator error messages
 - Note 3 : Operator's guide to the function generator console (preliminary)
 - : Traduction : Guide de l'utilisateur de générateur de fonctions par VARIAN, traduit par E. Brouzet.
 - Note 4 : The determination of the pretable and table for a function generator
 - Note 5 : To save the current reference files on cards, and to obtain a listing of the vectors.
 - Note 6 : Procedure for function set-up with punched cards.
8. J. Bosser, Génération de fonctions analogiques de temps par ordinateur. (Thèse à l'Université de Paris-Sud - 1971).
9. G. Daems, Description du système de communication entre l'IBM 1800 et ses satellites, le Varian 620/i et les Imlac-PDS1 (note pas publiée).

ANNEXE 3 : DISTRIBUTION DES 48 FONCTIONS

Châssis No	Fonction No	Emplacement Physique	Utilisation
1	1		Dipôles Généraux
	2		Dipôles D'Ejection
	3		Quadrupôle D
	4		Quadrupôle F
2	5		f Bdl 1
	6		f Bdl 2
	7		f Bdl 3
	8		f Bdl 4
3	9		Multipôles 1
	10		" 2
	11		" 3
	12		" 4
4	13		B.C.R.
	14		" 5
	15		Rack 657
	16		" 6
5	17		" 7
	18		Phase Stable
	19		Fréquence 1
	20		" 2
6	21		" 3
	22		" 4
	23		Radial 1
	24		" 2
7	25		" 3
	26		" 4
	27		Accord 1
	28		" 2
8	29		" 3
	30		" 4
	31		High Pass Filter 1
	32		" " 2
9A	33		BCR Rack 656
	34		" " 1
9B	35		C.C.R.
	36		Rack MR 330
10	37		" " 2
	38		Modulation du courant dans le septum SM 16
	39		Réduction tension VRF
	40		Commande PFW
11	41		Tekelec 506
	42		Tekelec 507
	43		" 702
	44		" 703
12	45		Tekelec T701
	46		" T501
	47		" T502
	48		" T503
		C.C.R.	
		Rack MR 330	
		" T504	
		" T505	
		Machine Development	
		Machine Development	

Fig. 4
SCHEMA DE PRINCIPE



EDITIONS
1 5 4444
15.2.73
2 25.9.73

EDITIONS
1 G. Knoll
15.2.73

10 BITS PENTE
+ SIGNE PENTE
VENANT DU VARIAN 620/i

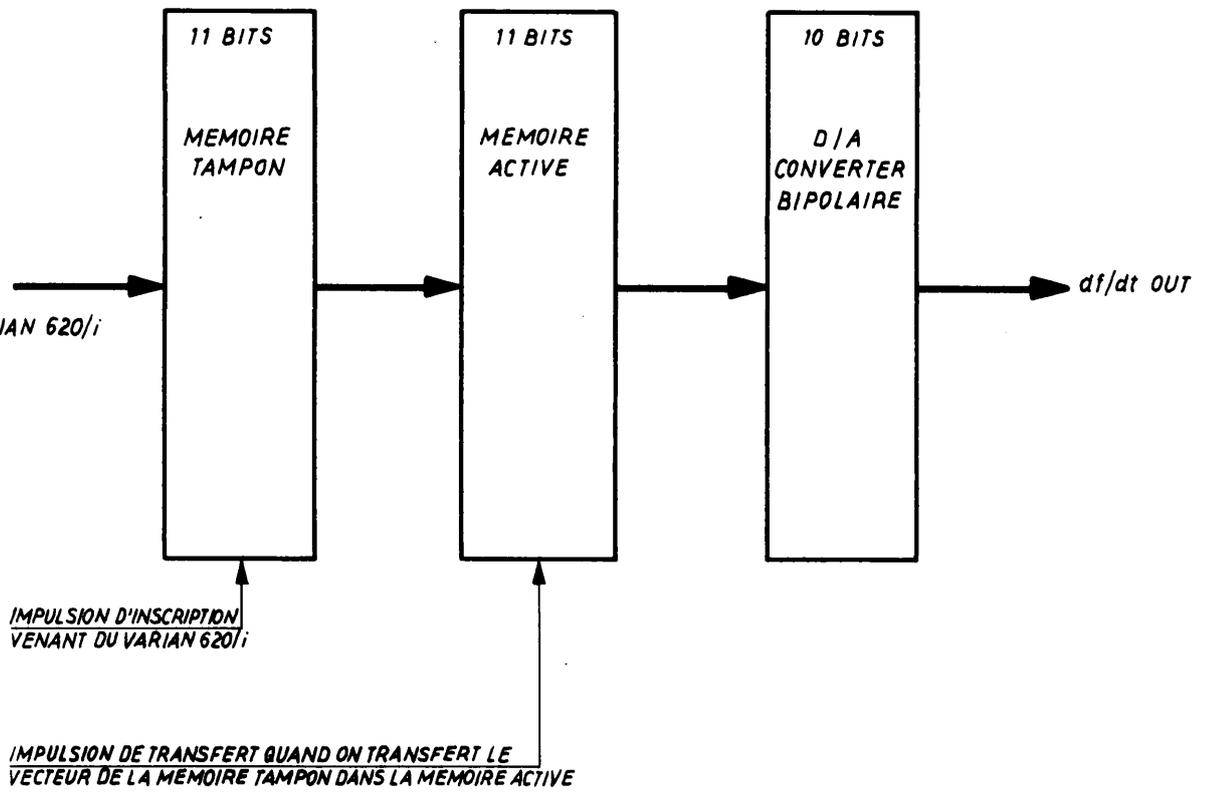


TABLEAU DE CORRESPONDANCE :

UNE PENTE DE 1 mV/msec (BRM = 1 MHz) OU DE 0.1 mV/msec (BRM = 100 KHz) DONNE UNE TENSION A LA SORTIE DU CHASSIS "DERIVE" DE 4 mV.

PENTE (BRM = 1 MHz) mV/msec OU mV/B/100	SORTIE CHASSIS df/dt EN mV
10 24	4.096
5 12	2.048
2 56	1.024
1 28	512
64	256
32	128
16	64
8	32
4	16
2	8
1	4

Fig. 5

TITLE
GENERATEUR DE FONCTION

SCALE



OLD NUMBER

4

4